

## Separating mixed plastic materials - by producing each type with its own markings, irradiating mixt., analysing characteristic emissions and using them to control sorting

**Publication number:** DE4024130

**Publication date:** 1992-02-06

**Inventor:** FOLKERTS KARL-HEINZ PROF DR RE (DE); GROH HELMUT PROF DR RER NAT (DE)

**Applicant:** FOLKERTS KARL HEINZ PROF DR RE (DE); GROH HELMUT (DE); OSTHOFF MARGRET MONIKA DIPL BIO (DE); SCHUESSLER HEINRICH DIPL ING (DE)

**Classification:**

- **international:** B03B9/06; B07C5/346; B29B17/02; B03B9/00;  
B07C5/34; B29B17/02; (IPC1-7): B09B3/00; B29B17/02;  
C08J11/04

- **European:** B03B9/06D; B07C5/346; B29B17/02

**Application number:** DE19904024130 19900730

**Priority number(s):** DE19904024130 19900730

[Report a data error here](#)

### Abstract of DE4024130

Mixed plastic materials are separated by giving to each type one or more characteristic markings at the time of its production, subjecting the mixture to thermal neutrons or electromagnetic radiation, and analysing the characteristic energy emanating from the markings in a detector system which controls a sorting device. The mixed material is first washed, and sorted according to item size; this is followed by sorting by shape, colour and transparency and then by deformability. When the material is then irradiated e.g. by thermal neutrons etc. its markings become activated. They therefore emit characteristic energy levels, and these are analysed. Automatic sorting is controlled by the data collected. The final categories of material are then ready for use again. ADVANTAGE - The method can be cheaply mechanised so as to provide automatic separation and with a high degree of accuracy.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(12) Offenlegungsschrift  
(10) DE 4024130 A1

(51) Int. Cl. 5:  
C08J 11/04  
B 29 B 17/02  
B 09 B 3/00

DE 4024130 A1

- (21) Aktenzeichen: P 4024130.0  
(22) Anmeldetag: 30. 7. 90  
(43) Offenlegungstag: 6. 2. 92

(71) Anmelder:  
Folkerts, Karl-Heinz, Prof. Dr.rer.nat., 6600  
Saarbrücken, DE; Groh, Helmut, Prof. Dr.rer.nat.;  
Osthof, Margret Monika, Dipl.-Biol., 6670 St Ingbert,  
DE; Schüssler, Heinrich, Dipl.-Ing., 6620 Völklingen,  
DE

(74) Vertreter:  
Viöl, G., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 6600 Saarbrücken

(72) Erfinder:  
Folkerts, Karl-Heinz, Prof. Dr.rer.nat., 6600  
Saarbrücken, DE; Groh, Helmut, Prof. Dr.rer.nat.,  
6670 St Ingbert, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Verfahren zum Abscheiden und/oder Trennen von Gemengen verschiedener Kunststoffe

(57) Um ein kostensparendes automatisiertes Abscheiden und/  
oder Trennen von Gemengen verschiedener Kunststoffe zu  
ermöglichen, werden diese bereits bei ihrer Herstellung mit  
Markierungselementen dotiert.  
Ein vorliegendes Gemenge von so dotierten Kunststofftypen  
wird einem Fluß thermischer Neutronen oder elektromagne-  
tischer Strahlung ausgesetzt und die Kunststoffe anhand der  
emittierten charakteristischen Energien in einem Strahlen-  
detektorsystem identifiziert, um sie in einer Sortievorrich-  
tung gezielt zu trennen.

DE 4024130 A1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abscheiden und/oder Trennen von Gemengen verschiedener Kunststoffe.

Im Vergleich zum Recycling von Glas, Textilien, Papier und Metallen ist das Recycling von Kunststoffen noch nicht weit fortgeschritten. Die größten Hemmnisse beim Recycling von Kunststoffen stellen die Sortenvielfalt und die Verschmutzung der Kunststoffabfälle dar. Weitere Probleme sind die Deformation und die Zerstückelung. Viele Verwertungsarten zur Herstellung hochwertiger Produkte setzen voraus, daß der Kunststoff in möglichst reiner Form, d. h. nach Art des Kunststoffes selektiert vorliegt.

Es werden etwa dreißig Kunststoffarten hauptsächlich produziert. Dies setzt der Bereitschaft und der Fähigkeit zur Sortierung der Kunststoffabfälle durch den Verbraucher ebenso wie der Wirtschaftlichkeit der getrennten Einsammlung enge Grenzen. Daher konzentrieren sich aktuelle Forschungsarbeiten verschiedener Institute auf Möglichkeiten zur kunststoffspezifischen Selektion aus dem Abfall. Jedoch ist der Anteil des recycelten Kunststoffes, gemessen an der Gesamtproduktionsmenge, nach wie vor gering.

Dies liegt im wesentlichen am Stand der Aufbereitungstechniken, die hauptsächlich mechanischer Natur sind.

In Kürze werden aufgrund gesetzlicher Regelungen Kunststoffe gekennzeichnet, um eine Selektion zu ermöglichen. Im Rahmen der Bemühungen um eine kunststoffspezifische Selektion aus Abfällen werden Markierungen durch Balkencodes oder Piktogramme erwogen, die jedoch ein intaktes, sauberes, genügend großes und gut orientiertes Kunststoffteil bei der Selektion erfordern.

Durch an sich bekanntes Sieben der Kunststoffabfälle werden diese nach Korngröße klassiert, durch Sichtung, in der Regel nach unterschiedlicher Sinkgeschwindigkeit der Partikel in Windsichtern aufgetrennt. Diese Sinkgeschwindigkeit wird durch Größe, Dichte und Form der Partikel bestimmt. Ziel dieser Klassierung ist die Anreicherung einzelner Kornparameter aus Mehrkomponentengemengen.

Die Sortierung von Kunststoffen erfolgt über die physikalischen Partikelmerkmale, wie z. B. Dichte, Benetzbarekeit und Leitfähigkeit. Der Erfolg der Sortierung hängt von der Qualität der vorhergehenden Klassierung ab.

Die Dichtesortierung zur Trennung von Gemengen aus Polyethylen (PE), Polypropylen (PP), Polystyrol (PS) und Polyvinylchlorid (PVC) erfolgt entweder im Schwimm-Sink-Verfahren in einem Dichtegradienten oder im Hydrozyklon-Verfahren in einem Zentrifugalfeld. Eine Trennung von PVC hart und PVC weich ist mit dieser Methode nicht möglich.

Durch Flotation, Trennung von Kunststoffpartikeln aufgrund selektiver Anlagerung von Luftblasen an die hydrophobe Oberfläche von Kunststoffen werden Zweikomponentengemenge getrennt, auch PVC weich von PVC hart.

Die elektrostatische Sortierung, die auf Unterschieden in der elektrischen Leitfähigkeit beruht, erfordert eine intensive Reinigung der Kunststoffe und ermöglicht bisher mangels selektiver Antistatika nur die Trennung zweier Kunststoffarten.

Automatische Klaubeverfahren aufgrund optischer (Lichtabsorption) und thermischer (Erweichungspunkte,

Wärmeleitfähigkeit) Eigenschaften, wie die Laserbestrahlung mit Infrarot-Analyse sind noch nicht automatisiert worden.

Eine maschinelle Trennung von Kunststoffgemengen ist derzeit nicht Stand der Technik. Für Hausmüll konzipierte Anlagen sind nur in der Lage, die Polyolefinfraktion (PE und PP) aus Kunststoffgemengen abzutrennen. Die weitere Auftrennung in Polyvinylchlorid (PVC), Polystyrol (PS) und andere Fraktionen wird aus technischen und wirtschaftlichen Gründen noch nicht durchgeführt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren auszuarbeiten, das eine kostengünstige automatisierte Trennung von Kunststoffgemengen mit hoher Trefferquote ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsmäßig dadurch gelöst, daß jeder Kunststoff bei seiner Herstellung mit einem oder mehreren für ihn festgelegten Markierungselementen dotiert wird, daß die Kunststoffgemenge vor dem Trennen einem Fluß thermischer Neutronen oder elektromagnetischer Strahlung ausgesetzt werden und die von den Markierungselementen ausgesandte charakteristische Energie in einem Strahlendetektorsystem, das eine Sortierzvorrichtung steuert, analysiert wird. Die Dotierung kann z. B. so erfolgen, daß eine homogene oder sonstwie geartete Verteilung der Dotierungsstoffe im Kunststoff erfolgt.

Nach einer weiteren Ausbildung der Erfindung haben die Markierungselemente einen hohen Wechselwirkungsquerschnitt für thermische Neutronen, die Strahlenquelle sendet einen Fluß thermischer Neutronen aus und der Detektor ist ein Gammastrahlendetektor.

Eine andere Ausbildung der Erfindung ist darin zu sehen, daß die Markierungselemente durch Röntgenfluoreszenzanalyse erfaßbar sind, die Strahlenquelle Röntgenstrahlen aussendet und der Detektor ein Röntgenfluoreszenzspektrometer ist.

Erfindungsgemäß zweckmäßig ist, daß jeder Bestandteil des Kunststoffgemenges bei seiner Herstellung mit mehreren für ihn festgelegten Markierungselementen dotiert wird.

Im Rahmen der Erfindung liegt es auch, daß vor dem Trennvorgang eine taktile Detektion der verschiedenen Kunststoffarten vorgesehen werden kann, so daß auch Bruchstücke im Kunststoffgemenge noch sicher identifiziert werden können.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann auch nach vorher erfolgter optischer Detektion, z. B. der Selektion nach Form, Farbe und Transparenz, stattfinden.

Nach der Erfindung kann auch vorgesehen sein, daß das Kunststoffgemenge vor dem Trennvorgang zunächst gewaschen, vereinzelt und größensoriert wird.

Eine andere Möglichkeit gemäß der Erfindung besteht darin, daß vor dem Trennvorgang das Kunststoffgemenge zunächst gewaschen, vereinzelt und größensoriert wird und anschließend aufgrund der taktilen, optischen und spektroskopischen Analysen Steuersignale an die Sortierzvorrichtung weitergegeben werden.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß verschiedenartige Kunststoffbruchstücke problemlos sortiert werden können. Selbst kleinere Kunststoffteile können noch zugeordnet werden, da die Markierungselemente im gesamten Kunststoff verteilt sind. Auch ist keine besondere Orientierung erforderlich, um eine vollautomatische Selektion zu erreichen, wie das z. B. bei Balkencodes der Fall wäre. Selbst eine Verschmutzung könnte in gewissem Maße toleriert werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im folgenden näher erläutert.

Es zeigt

**Fig. 1** schematisch den Ablauf des neuen Trennverfahrens für Kunststoffgemenge. 5

**Fig. 2** schematisch eine komplette Kunststoffaufbereitungsanlage.

**Fig. 1** zeigt mit 1 das Dotieren der Kunststoffe mit Markierungselementen bei ihrer Herstellung. 10

Nach Gebrauch finden sich diese Kunststoffe im Müll in Form eines Kunststoffgemenges **2** wieder. Dieses Kunststoffgemenge wird vor dem Trennen in 3 thermischen Neutronen oder elektromagnetischer Strahlung ausgesetzt, so daß ein Gemenge von Kunststoffen mit 15 aktivierten Markierungselementen vorliegt.

Die von den Markierungselementen ausgesandten jeweiligen charakteristischen Energien werden in **4** mit einem Strahlendetektorsystem analysiert und die Kunststoffsorten identifiziert. Das Strahlendetektorsystem gibt Steuersignal an eine Sortierzvorrichtung **5** weiter, in der dann das Kunststoffgemenge getrennt wird. Die in **6** vorliegenden reinen Kunststoffphasen können wieder zur Herstellung von Kunststoffprodukten verwendet werden. 20

In **Fig. 2** liegt zu Beginn ein Gemenge **2** von bei der Herstellung dotierten Kunststoffen vor. Dieses Gemenge wird in **7** zunächst gewaschen, vereinzelt und größensortiert. Anschließend erfolgt in **8** eine optische Detektion der Kunststoffsorten nach Kriterien wie Form, 30 Farbe und Transparenz. In **9** erfolgt eine taktile Detektion, wobei die Verformbarkeit ein zu nennendes Kriterium ist. Darauf wird in **3** das Kunststoffgemenge thermischen Neutronen oder elektromagnetischer Strahlung ausgesetzt, so daß ein Gemenge von Kunststoffen mit 35 aktivierten Markierungselementen vorliegt. Die jeweiligen von den Markierungselementen ausgesandten charakteristischen Energien werden in **4** mit einem Strahlendetektorsystem analysiert und die Kunststoffsorten identifiziert. Die in **7**, **8**, **9** und **4** gesammelten 40 Informationen werden in einer Steuereinheit **10** verarbeitet, die den automatisierten Sortierzvorgang **5** steuert. In **6** liegen dann reine Kunststoffphasen vor, die wieder in die Herstellung eingebracht werden können. 45

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Abscheiden und/oder Trennen von Gemengen verschiedener Kunststoffe, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Kunststoff bei 50 seiner Herstellung mit einem oder mehreren für ihn festgelegten Markierungselementen dotiert wird, daß die Kunststoffgemenge vor dem Trennen einem Fluß thermischer Neutronen oder elektromagnetischer Strahlung ausgesetzt werden und die 55 von den Markierungselementen ausgesandte charakteristische Energie in einem Strahlendetektorsystem, das eine Sortierzvorrichtung steuert, analysiert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Markierungselemente einen hohen Wechselwirkungsquerschnitt für den Einfang thermischer Neutronen aufweisen, daß die Strahlenquelle einen Fluß thermischer Neutronen aussendet und daß der Detektor ein Gammastrahlendetektor ist. 60

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Markierungselemente durch

Röntgenfluoreszenzanalyse erfassbar sind, die Strahlenquelle Röntgenstrahlen aussendet und der Detektor ein Röntgenfluoreszenzspektrometer ist.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Bestandteil des Kunststoffgemenges bei seiner Herstellung mit mehreren für ihn festgelegten Markierungselementen dotiert wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Trennvorgang eine taktile Detektion der verschiedenen Kunststoffarten stattfindet.

6. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Trennvorgang eine optische Detektion der verschiedenen Kunststoffarten stattfindet.

7. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Trennvorgang das Kunststoffgemenge gewaschen, vereinzelt und größensortiert wird.

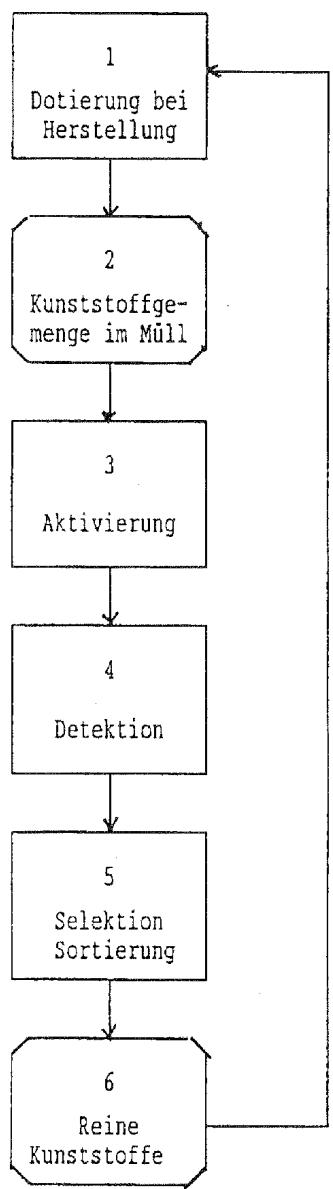
8. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Trennvorgang das Kunststoffgemenge zunächst gewaschen, vereinzelt und größensortiert wird und anschließend aufgrund der taktilen, optischen und spektroskopischen Analysen sortiert wird.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

**—Leerseite—**



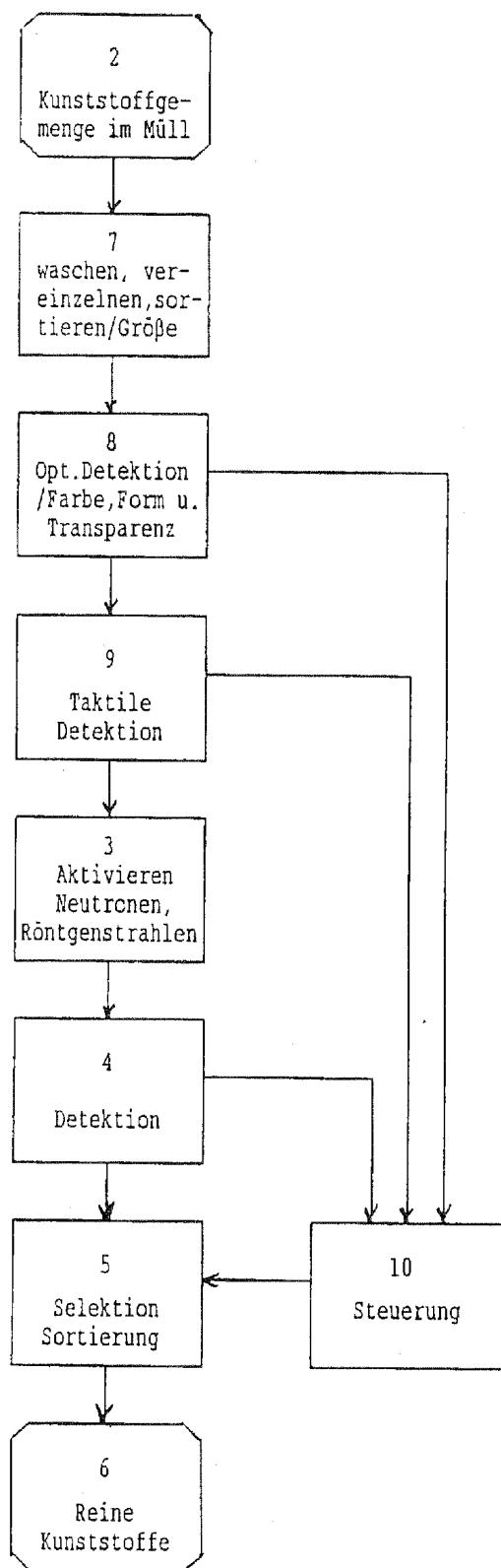
## Legende

= Stoff

= Prozeß

Fig.1:

Schematische Darstellung  
des Trennverfahrens



## Legende

= Stoff

= Prozeß

Fig. 2:

Schematische Darstellung  
der Aufbereitungsanlage